

# 만곡수로실험을 활용한 3차원 TELEMAC 수리 모형 검증

## Validation of the TELEMAC-3D Hydrodynamic Model with a Curved Open-Channel Flow

심규현<sup>1</sup>, 오민지<sup>1</sup>, 이병준<sup>1</sup>, 최윤영<sup>1</sup>, 최정우<sup>1</sup>, Erik Toorman<sup>2</sup>, Qilong Bi<sup>2</sup>

1 경북대학교 건설방재공학부, 2 KULeuven, Belgium

### 1. 서 론

자연상태의 하천은 소하천부터 대하천까지 규모의 차이가 있지만 대부분의 하천에는 만곡이 형성되어 있다.. 만곡부에서는 원심력의 영향으로 외측 수위가 내측 수위보다 높아지는 2차류 등이 존재하고 있어 직선수로와의 흐름 특성이 큰 차이가 있다. 또한 만곡부에서 흐름 방향전환으로 설계시 영향을 고려하지 못해 홍수에 의한 피해도 종종 발생되고 있다. 2년 전 태풍 ‘산바’에 의해 회천 본류에서 제방 범람으로 홍수피해가 생긴 구간도 지류와 합류되는 만곡부에서 발생한 만큼 만곡부에서의 확산계수 영향, 수위변동 영향 등에 관한 연구의 중요성을 다시 한 번 볼 수 있다. 본 연구에서는 TELEMAC 모형을 이용하여 3차원 수리검토를 수행하여 실험수로와 수리학적 조건을 갖추고 직선부와 만곡부의 수위, 유속 등 수리특성을 비교하였다.

### 2. 재료 및 방법

본 연구에서는 비선형 경사 개수로 장치로 실측치와 모형의 수리 특성을 비교하기 위한 실험을 실시하였다. 30°, 60°, 90°의 곡선부가 수로에 있어 각도에 따른 좌·우안 수심, 유속차를 비교할 수 있으며, 모형과의 차이도 확인할 수 있다. 실측치와 모형의 수리 특성을 비교하기 위해 TELEMAC모형을 이용하였다. 2차원 자유 표면 흐름인 TELEMAC 모형은 실험수로의 도면을 이용해 유한요소망을 생성하여 삼각망, 사각망을 설정해 MESH를 생성하고 경계조건을 잡아준다. 상류의 수심은 0.153m이며 유량은 0.032m<sup>3</sup>/h, 하류에는 수심을 0.058m로 경계조건으로 기준을 잡고 구간별로 측정점 4개를 잡아 수심과 유속을 측정하였다. 수심은 자를 이용하였으며, 유속은 flowtracker유속계를 사용하였으며, 유속계의 방향이 물 흐름방향과 직각이 되도록 방향을 맞추어 실험을 실시하였다.



그림 1. 비선형 경사 개수로 장치

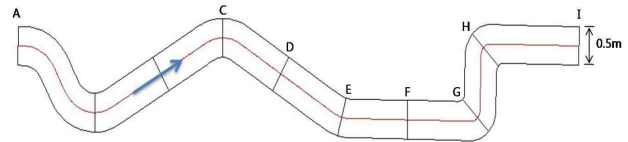


그림 2. 실험수로 제원

### 3. 결과 및 고찰

#### 1) 수심

수심을 측정한 결과 좌·우 수심차이는 직선부에서 0.001m 정도로 거의 비슷하였지만, 곡선부에서 약 0.006m~0.04m 정도로 직선부보다 수심차이가 나타났다. 실측치와 계산치 오차는 0.001~0.009m 아주 미세한 차이만 있을 뿐 유사한 경향을 나타냈으며, 직선부보다 30°, 60°, 90° 곡선부에서의 오차가 더 작게 나타났다. 전체적으로 실측치가 계산치보다 높게 나타났지만 90° 곡선부 외측부분에서 실측치보다 계산치가 높게 나타났다.

표 1. 구간별 수심분포도

	좌안			우안		
	실측치	TELEMAC	오차	실측치	TELEMAC	오차
C	0.15	0.149	0.001	0.144	0.139	0.005
D	0.15	0.143	0.007	0.15	0.143	0.007
E	0.14	0.138	0.002	0.147	0.144	0.003
F	0.144	0.141	0.003	0.147	0.141	0.006
G	0.135	0.133	0.002	0.15	0.146	0.004
H	0.13	0.123	0.007	0.09	0.099	-0.009

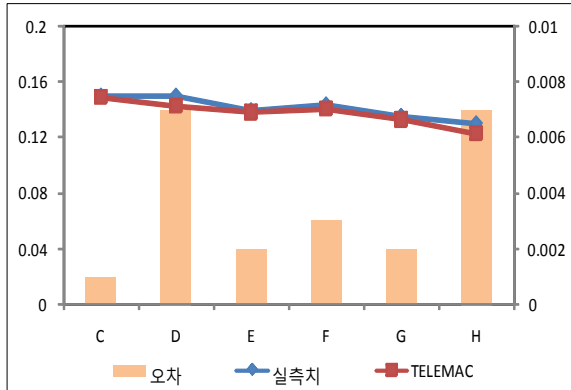


그림 3. 구간별 수심분포도(좌안)

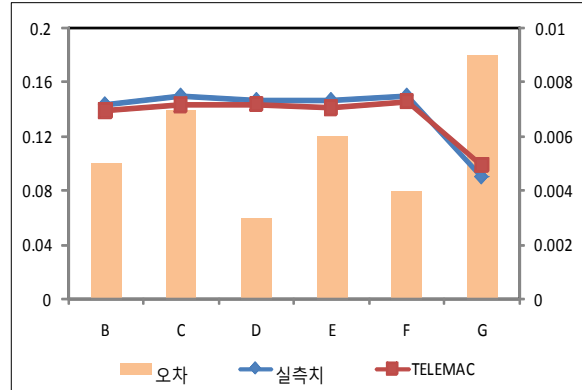


그림 4. 구간별 수심분포도(우안)

## 2) 유속

유속분포를 보면 만곡부에서 내측에서는 유속이 빨라지고 외측에서는 유속이 느려지는 현상을 볼 수 있다. 곡선구간에서 실측치는 좌·우안 유속차이는 30°구간에서 직선구간과 비슷한 차이를 나타냈지만 60°구간부터 유속차이가 많이 나타났다. 특히 90°구간에서는 약 0.7m<sup>2</sup>/h 정도의 유속차이가 나타났다. TELEMAC모형의 직선구간에서는 좌·우안 유속이 비슷한 경향을 나타냈지만 곡선부에서는 실측치와 비슷한 경향을 나타내었다. 실측치와 계산치의 오차는 약 0.006 ~ 0.144m 정도 차이를 보였다.

표 2. 구간별 유속분포도

	좌안			우안		
	실측치	TELEMAC	오차	실측치	TELEMAC	오차
C	0.259	0.323	-0.064	0.537	0.577	-0.04
D	0.461	0.455	0.006	0.466	0.43	0.036
E	0.655	0.559	0.096	0.473	0.338	0.135
F	0.315	0.459	-0.144	0.488	0.427	0.061
G	0.56	0.558	0.002	0.329	0.208	0.121
H	0.06	0.169	-0.109	0.758	0.847	-0.089

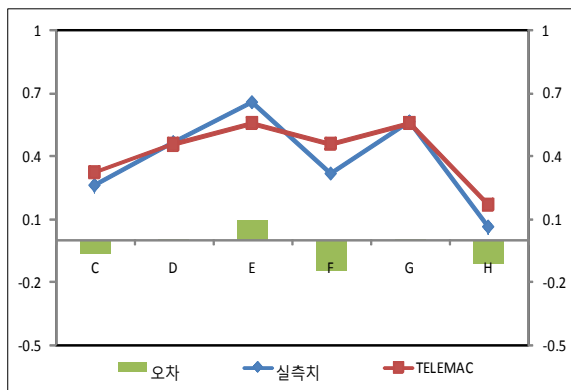


그림 5. 구간별 유속분포도(좌안)

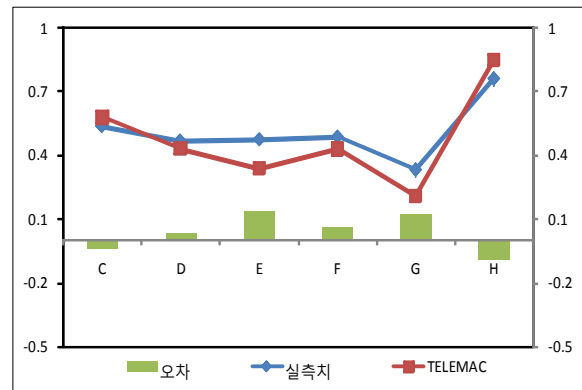


그림 6. 구간별 유속분포도(우안)

수위 및 유속 측정값과 TELEMAC 모의 결과가 유사하게 나타나므로, 3차원 TELEMAC 모델이 만곡수로의 수리학적 특성을 비교적 정확히 모의하는 것으로 판단된다. 이와 같은 결과는 향후 3차원 TELEMAC 모델의 정확성을 부여하며, 실규모 하천 적용에 기반이 되리라 판단된다.

## 참 고 문 헌

- 정현수. (1999). RMA2 모형을 이용한 만곡수로의 흐름특성. 경기대학교 대학원 석사학위 논문  
 김성배. (2003). RMA2 모형을 이용한 이차원 수리해석에 관한 연구. 경일대학교 산업대학원 석사학위 논문